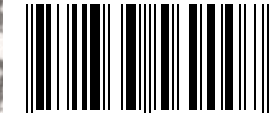


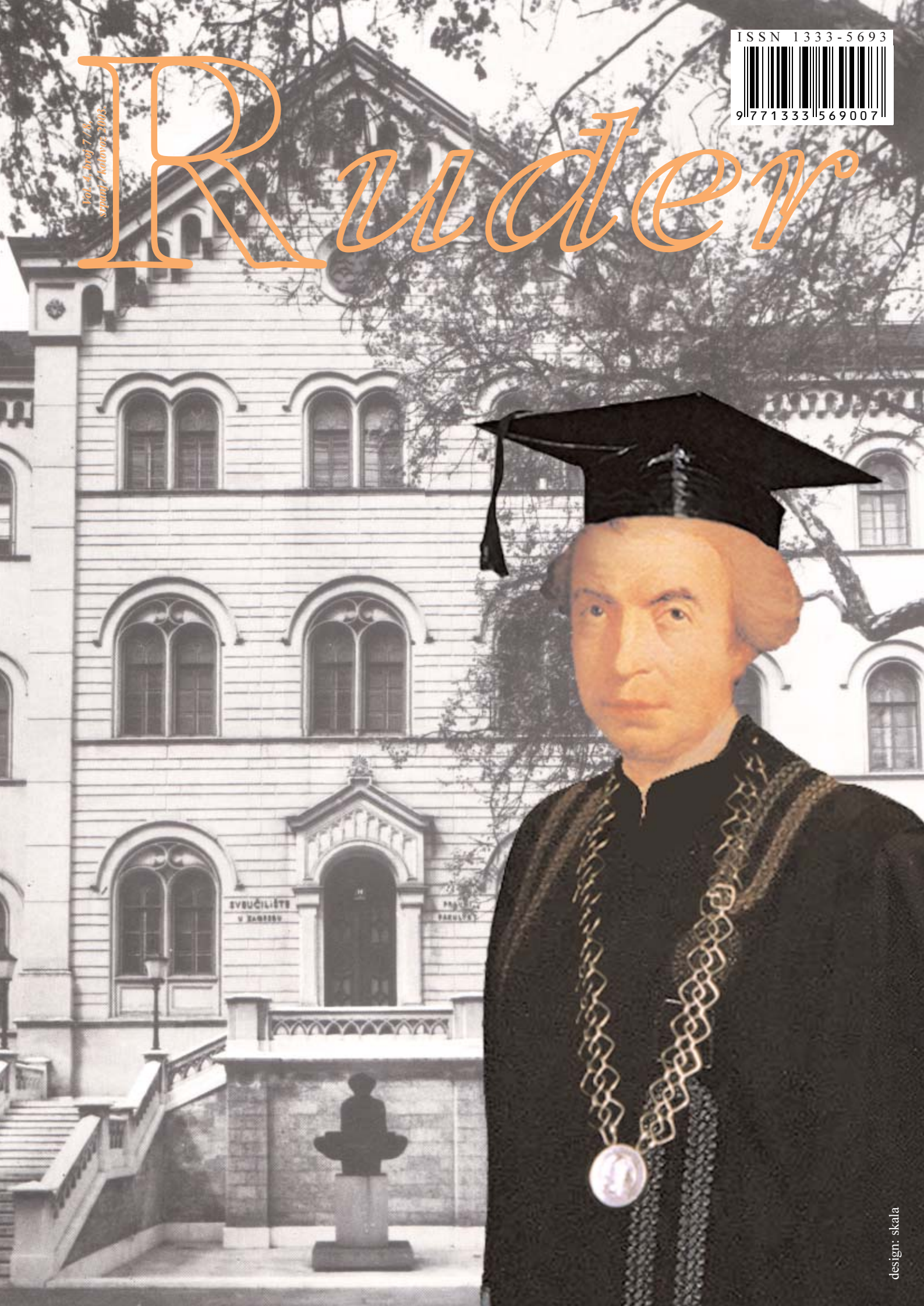
ISSN 1333-5693



9 771333 569007

Rudŕ

Vol. 4, broj 7, 1. N.
srpanj, Kolovoz, 2003.



U ovom broju:

M. Jurin:

Uvodnik2

I. Šlaus:

Visoko obrazovanje i
Institut Ruđer Bošković ...3

B. Ozretić:

Ekologija - znanost o
zbrinjavanju smeća5

M. Radačić:

Preuređenje štale
(vivarija) pokusnih
životinja9

M. Osmak:

Dr. sc. Vera Gamulin -
nagrada za znanstveni
rad za 2002. godinu12

Na naslovnici:

- detaljnije na str. 4 -

Uredništvo se je nadalo da ćemo održati tradiciju tematskog ljetnog dvobroja. Podsjećam da smo 2001. godine objavili izabrane članke povjesničara medicine o bolestima Josipa Ruđera Boškovića, a 2002. godine o informatici i računarstvu u znanstvenom radu. Za ovu smo godinu predvidjeli, i to blagovremeno objavili u časopisu, uz osobno kontaktiranje relevantnih osoba, prikazivanje aktualne problematike o Institutu, odnosno institutima i sveučilištima, odnosno o ulozi Instituta u visokom obrazovanju. Izuzev akademika Ive Šlause, koji je dostavio svoj izuzetno zanimljiv prilog, ostali potencijalni autori nisu održali obećanje. Očito nije uvijek «treća sreća». Međutim, uvjeren sam da će upravo prilog kolege Šlause biti poticaj svima kompetentnima i zainteresiranima, koji o navedenom problemu žele pisati, da nam dostave svoje priloge. Polazište ovog članka je započeti raspravu o obrazovanju u Hrvatskoj, te posebno da li i koliko tome mogu i moraju doprinijeti znanstveni instituti. Na temelju iskustava našeg i ostalih instituta u Hrvatskoj, ali i u inozemstvu, tijekom proteklih niza godina jasno je da je da je uključivanje znanstvenih instituta u edukaciju jedina ispravna postavka. Uz sudjelovanje stručnjaka u dodiplomskoj nastavi instituti su nužno uključeni u specifična poslijediplomska obrazovanja. Upravo u tome je veliko i gotovo pedesetgodišnje iskustvo Instituta «Ruđer Bošković». Počelo se, sa studijama iz nuklearne fizike, a predavanja su držali stalni suradnici Instituta, te profesori fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koji su bili u dopunskom radu u Institutu. Istovremeno su stalni suradnici Instituta preuzimali pojedine kolegije, najprije na zagrebačkom a potom i na ostalim sveučilištima u Hrvatskoj. Inventivnost predavača omogućila je okupljanje najboljih studenata za potencijalne

suradnike, pa su im dodjeljivane i stipendije. Suradnici Instituta su razvili i široku međunarodnu mrežu suradnje što je svakako doprinijelo potpunijoj edukaciji mladih stručnjaka. U broju (dvobroju) kojeg ćete prelistati i pročitati nalazi se i članak o sve akutnijoj problematici kojeg je autor, dr. Bartolo Ozretić, nazvao «Ekologija – znanost o zbrinjavanju smeća». Veoma kritički, pomalo i satirički, piše o tzv. modernoj ekologiji koju, kako navodi, krase zbirka ekogruposti i pojmova koji se koriste u svakodnevnom životu, u tisku i ostalim javnim medijima. Bilo bi to i duhovito da sve to nažalost nije i istina. Autor, vjerujem opravdano, smatra da za istinsku izvornu ekološku znanost najveća opasnost dolazi baš pojavom političke i menadžerske ekologije, jer gdje se pojavi novac naći će se i dovoljan broj «stručnjaka» koji će se bez griznje savjesti prihvatiti ponuđenog posla. Ovaj je članak napisan «iz duše», koja, za razliku od većine nas može uživati i u čarima ipak još uvijek čistih morskih dubina. Znakovita i važna je činjenica da je u posljednje vrijeme u Institutu pristigla značajna kapitalna oprema, o čemu ćemo pisati u narednim brojevima. U navedenom nizu važno je i opremanje «Pogona laboratorijskih životinja», nizom suvremenih aparata o čemu ovdje piše voditelj dr. Marko Radačić. Uz provedene građevinske radove, o čemu smo već pisali, korištenjem navedene opreme biti će osiguran suvremeni istraživački rad našim znanstvenicima. Konačno, lijepo je kad naši znanstvenici dobivaju prestižne nagrade. Naša dr. Vera Gamulin dobila je Godišnju nagradu za znanstveni rad (za 2002. godinu) pa joj Uredništvo srdačno čestita.

Mislav Jurin

Glavni urednik

impressum:

Znanstveno glasilo
Instituta "Ruđer Bošković"
Bijenička c. 54, 10 002 Zagreb
tel: +385 (0)1 4561 111,
fax: 4560 084
e-mail: rudjer@rudjer.irb.hr
URL: <http://www.irb.hr>

Glavni urednik: Mislav Jurin
Tehnički urednik: Karolj Skala

Uredništvo:
Dunja Čukman
Koraljka Gall-Trošelj
Kata Majerski
Mladen Martinis
Iva Melinščak-Zlodi
Tvrko Smital
Jadranka Stojanovski

Digitalna obrada i izvedba:
Institut Ruđer Bošković
Grafički fakultet u Zagrebu

ISSN 1333-5693
UDK 061.6:5

Tisak: Kratis d.o.o.
Izlazi mjesečno u nakladi od 600
primjeraka uz financijsku potporu
Instituta Ruđer Bošković

Došli u Institut tijekom srpnja 2003:

Ivana Gazić, dipl. inž. kemije, dr. sc. Andrej Jaklin, Branka Jeličić, dipl. inž. biologije, Damir Kapetanović, dr. veterinarske medicine, Marina Korolija dipl. inž. biologije, Josipa Lazić dr. veterinarske medicine, Ivanka Lovrenčić dipl. inž. geologije, Ivana Matanović dipl. inž. kemije, dr. sc. Zorka Mikloška, Maja Mustapić dipl. inž. biologije, Vedran Nikolić dipl. inž. fizike, Maja Prutki dr. medicine, Maja Šepelj dipl. inž. biotehnologije, dr. sc. Zoran Škoda, Nikolina Škrobot dipl. inž. biologije, Glenda Šorgo dipl. inž. kemije, Roko Žaja dipl. inž. kemije.

Došli u Institut tijekom kolovoza 2003:

Marina Mayer dipl. bibliotekar, Vlatka Vraneša, Morana Živković dipl. inž. biologije.

Otišli iz Instituta tijekom srpnja 2003:

Tajana Körbler dipl. inž. biologije, Ante Škrabalo dipl. inž. biologije.

Otišli iz Instituta tijekom kolovoza 2003:

Ines-Ana Biljan, Gordana Gadanji dipl. inž. kemije, Maja Prutki dr. medicine, Helena Štorek dipl. inž. kemije, dr. sc. Vitomir Šunjić.

Izbori u zvanja tijekom srpnja 2003. ,

mladi asistent: Ivanka Lovrenčić, Ivana Matanović, Maja Šepelj

asistent: Tatjana Bordukalo Nikšić, Tamara Čačev, Sandra Kraljević, Marko Rožman

viši asistent: Damir Đeremić, Zorana Kljaković-Gašpić, Maja Majerić-Elenkov, Matko Milin
znanstveni suradnik: Tihomir Balog, Zoran

Glasovac, Ingrid Ivančić, Andrej Jaklin, Davorin Medaković, Ivo Piantanida

viši znanstveni suradnik: Zdenko Hameršak, Marina Ilakovac Kveder, Sanja Tomić

znanstveni savjetnik: Šebojka Komorsky Lovrić

Disertacije izrađene u Institutu i obranjene tijekom srpnja 2003.

Daniela Barić: Aditivnost energije korelacije elektrona organskih molekula, voditelj Z. Maksić, obrana 16. 07. 2003.

Magistarski radovi izrađeni u Institutu i obranjeni tijekom srpnja 2003.

Lada Klaić: Kratkoživući međuproducti: adamantan-1,3-dikarbeni, voditeljica K. Majerski, obrana 21. 07. 2003.

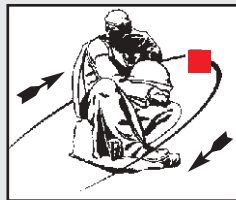
Marko Rožman: Kinetika izmjene H/D kationiziranih aminoselina u plinskoj fazi, voditeljica D. Srzić, obrana 11. 07. 2003.

Diplomski radovi izrađeni u Institutu i obranjeni tijekom srpnja 2003.

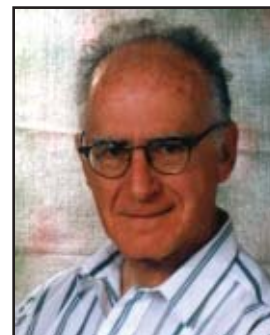
Bibić Josip: Spektrofotometrijsko određivanje kompleksa željeza(III) u prisutstvu kloridnih odnosno tiocijanatnih iona u metanolu, voditeljica B. Mihaljević, obrana 09. 07. 2003.

Miloš-Saša Grubešić: Određivanje udjela pojedinih fitoplanktonskih skupina u ukupnoj biomasi fitoplanktona, voditelji Z. Meić i M. Ahel, obrana 08. 07. 2003.

Kornelija Nervo: Određivanje koncentracije i elektroforetske pokretljivosti nativnih i oksidiranih ljudskih lipoproteina, voditeljica G. Pifat-Mrzljak, obrana 01. 07. 2003.



VISOKO OBRAZOVANJE I INSTITUT "RUĐER BOŠKOVIĆ"



Cilj ovog članka je započeti raspravu o obrazovanju u našoj zemlji, posebno razmotriti da li znanstveni instituti mogu i moraju doprinijeti obrazovanju. Pokušat ću dokazati da je uvijek poželjno da znanstveni instituti budu uključeni u proces obrazovanja. Još važnije, pokušat ću dokazati da je danas u Republici Hrvatskoj nužno uključiti znanstvene institute u proces obrazovanja.

Prvi postdiplomski studij u našoj zemlji organizirao je IRB 1957. godine. To je bio studij iz nuklearnih znanosti, pretežno iz nuklearne fizike. Uz nas stalne suradnike IRB predavanja su držali i naši kolege s PMF koji su tada također bili "Ruđerovci" radeći dodatnih 3 ili 4 sedmine na IRB pored toga što su bili profesori na PMF, Medicinskom, Farmaceutskom i tadašnjim Tehničkim fakultetima..

Od 1960. godine stalni suradnici IRB pozvani su da preuzmu pojedine kolegije najprije na Zagrebačkom a onda i na svim ostalim sveučilištima u Hrvatskoj. "Ruđerovci" su pokazali inventivnost: najbolji studenti prve godine studija fizike, kemije i matematike za vrijeme praznika od 1961. godine nadalje bili su uključeni u istraživački program IRB. Stipendiranjem najboljih studenata Institut je poticao mlade na istraživanje i osigurao od samog početka njihovog studija vezu s mentorom, dapače s cijelim znanstvenim odjelom koji je osiguravao stipendiju.

U našoj zemlji više od sto godina rade tri znanstvena instituta: u Poreču, u Rovinju i u Splitu. Suradnici IRB, pretežno fizikalni kemičari, 1964. godine usmjeruju svoja istraživanja prema Jadranu, ekologiji i oceanologiji, te 1971. godine osnivaju studij oceanologije u koji uključuju PMF, a također i Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. Institut u Rovinju postao je sastavni dio IRB. Rovinj je postao jedan od značajnih centara znanstvene produktivnosti u Hrvatskoj.

Suradnici IRB sudjeluju u osnivanju Središnjeg instituta za tumore i slične bolesti. U okviru studija nuklearne medicine izrasta medicinska fizika i uglavnom su svi doktorati i postdoktorska usavršavanja iz tog područja ostvarena na IRB odn. uz suradnju znanstvenika IRB. Interakcija biologa i medicinaru s fizičarima i kemičarima nadilazi područje radiofarmaceutika i radioterapije i tijekom zadnjih 10 godina inicira nove istraživačke projekte. Razvoj suvremene molekularne biologije i medicine tražit će sve više i više fizičara i matematičara i IRB je postavio dobre temelje tog razvoja.

Tijekom čitave svoje povijesti IRB je središte postdiplomskog i postdokorskog istraživanja. Neko vrijeme IRB je bio ovlašten dodijeljivati titule magistra i doktora znanosti. IRB postaje institucionalni član Zagrebačkog sveučilišta (predstavnik IRB je tada član Senata), a također i svih ostalih naših sveučilišta. Od tada pa do danas više od 300 suradnika IRB predaje na našim sveučilištima. U okviru IRB organiziraju se posebni kursevi - stručna i znanstvena usavršavanja. Danas su takve inici-

jative još izraženije kao što potvrđuje niz uspješnih kurseva koji su upravo mladi istraživači IRB organizirali u području molekularne biologije i molekularne medicine. IRB surađuje s Medicinskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu u izvođenju studija medicine, te također sa Sveučilištem u Osijeku u izvođenju studija okoliša.

Od samih početaka Instituta njegovi suradnici ostvaruju razgranatu međunarodnu suradnju, te su mnogi od njih dugi niz godina profesori na uglednim sveučilištima širom svijeta. Odazivajući se na poziv za projekte Šestog okvirnog programa EU suradnici IRB zajedno sa suradnicima Instituta "Jožef Štefan" podnose prijedlog osnivanja Jugoistočno europskog instituta za tehnologiju, po uzoru na ETH, Caltech i MIT.

Suradnicima tih instituta pridružuju se i oni iz Grčke, Turske, BiH, Bugarske, Rumunjske, Makedonije, Srbije i Crne gore. Odgovor na prvo pitanje: da li znanstveni instituti mogu doprinijeti obrazovanju glasi mogu i to mogu napraviti jako dobro, kao što se vidi iz primjera IRB, koji je kroz čitavu svoju 50-godišnju povijest bio i znanstvena i obrazovna međunarodno priznata institucija. Štoviše, izgleda da su - kao što primjer IRB pokazuje - znanstveni instituti često fleksibilniji i više inovativni nego sveučilišta ili fakulteti (npr. IRB je započeo postdiplomski studij, studij oceanologije i magisterije i doktorate iz medicinske fizike, te uveo niz inovacija među kojima i održavanje seminara i kurseva na engleskom jeziku što je doprinijelo da je ne samo istraživački nego i obrazovni rad IRB dobio međunarodni karakter). Uspješnost IRB u obrazovanju ogleda se i u tome što je značajan broj suradnika IRB nakon što su ostvarili vidne znanstvene rezultate prešao na fakultete posebno na PMF i FER.

Bilo bi zanimljivo i vrijedno istražiti što sve doprinosi uspješnoj obrazovnoj djelatnosti znanstvenih instituta, a što ju koči. Očito je da dobra suradnja s fakultetima i sveučilištima pomaže ostvarenju te uloge i zato je uključivanje tro- i četvero- sedmičnih odnosa s suradnicima sveučilišta i obratno bilo i jest jako korisno. Sličan uspješan model postoji u medicini i kod nas i u svijetu.

Znanstveni institut je bitan faktor obrazovanja ako je značajnim svojim dijelom međunarodni centar izvrsnosti. Institut mora otvarati nova područja i u tome - ako ne bi bio strogo usmjeren zadanom misijom - ima značajne prednosti. Najbolji model je model Max Planck instituta u SR Njemačkoj i Weizman instituta u Izraelu. Ne samo da znanstveni instituti doprinose obrazovanju, nego je obrazovanje i važan pokretač djelatnosti u svakom institutu. Vrlo često oni suradnici instituta koji ni na koji način nisu uključeni u obrazovanje ne napreduju dovoljno brzo u svom znanstvenom radu. Kada je koncem 60-tih Znanstveno vijeće IRB započelo uvoditi kriterije za unapređe-

nja, među tim kriterijima važnu ulogu ima obrazovanje: održavanje predavanja, rad s mladim suradnicima, te broj onih koji su magistrirali i doktorirali pod vodstvom kandidata.

Na temelju izloženog meni se čini da je dobro da IRB nije postao sveučilišni institut a pogotovo bi bilo loše da se utopio u pojedine fakultete. Uključivanje u postojeće fakultete u velikoj mjeri bi onemogućilo multi i interdisciplinarni rad. Primjeri integracije nekih instituta prirodnih znanosti u odgovarajuće fakultete pokazuju neuspjeh takvog pristupa pogotovo kada se to usporedi s Institutom za fiziku, koji je započeo kao sveučilišni institut i koji je sada kao samostalan jedan od naših najboljih instituta.

Sadašnju suradnju znanstvenih instituta i sveučilišta moguće je i nužno je poboljšati. Najbolji način bi bio osnivanjem zajedničkih razreda za pojedine znanstvene discipline i za interdisciplinarna područja, koji bi bili odgovorni ne samo za istraživački rad u pojedinim djelatnostima, nego i za obrazovanje. Time bi se isključila mogućnost da jedan te isti nastavnik godinama drži isti kolegij i niti ga ne usavršava. U Republici Hrvatskoj ima velikih i vrlo malih znanstvenih instituta, te izuzetno uspješnih i onih koji nisu uspješni. Povijest Instituta u Rovinju pokazuje što je najbolji način rješavanja tog problema. To je osnivanje sustava kao što su Max Planck instituti. Začetak toga bi mogli biti npr. zajednica instituta prirodnih znanosti ili još bolje zajednica znanstvenih instituta. Temeljne karakteristike suvremenog društva su globalizacija i brže promjene generirane znanošću. Naglašavam znanošću, jer sva suvremena tehnologija je generirana znanošću. Ako bi se koncentrirali samo na tehnologiju preuzimajući "tuđu" znanost, onda bi uvijek kasnili. Bazična istraživanja su apsolutni prioritet svake zemlje. U toliko su znanstveni instituti izvrsno pozicionirani - naravno ukoliko su uspjeli razviti i održati vrhunsku znanstvenu produktivnost.

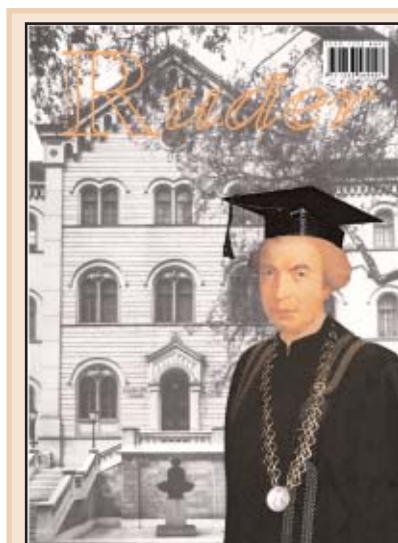
Uspješno društvo je društvo temeljeno na znanju. Što znači da je društvo, država temeljena na znanju? To znači da više od 40% njenih građana ima visoku naobrazbu koju stalno usavršava, da ima aktivni znanstveno-tehnološki potencijal, te - što je najvažnije - da su društvene odluke i akcije temeljene na znanosti i znanstvenim istraživanjima. U studiji Svjetske banke "Mobilizing Croatia's Human Capital to Support Innovation-Driven Growth" iz prosinca 2002. godine Sue Berryman i Ivan Drabek ukazuju na bitne odlike organizacije rada, koja za razliku od dosadašnje mora biti u mogućnosti brzo apsorbirati promjene, mora i sama biti fleksibilna, poslovi nisu usko specijalizirani, zadaci su neodređeni, vrijeme "isporučivanja rezultata" je bitno skraćeno i krute hijerarhije predstavljaju kočnicu. Umjesto dominacije znanstvenih disciplina, sve veću ulogu imaju inter, multi i čak transdisciplinarni pristupi, ali znanstvene discipline su još uvijek bitne. Kakva je danas situacija u Republici Hrvatskoj? Imamo pet puta manje visokoobrazovnih nego što bi trebali. Pričamo da imamo 10 tisuća istraživača, a nemamo ih više od tri tisuće, možda čak i manje. Morali bi imati barem 20 tisuća aktivnih, što implicira i svjetski priznatih, istraživača. Demografska struktura Hrvatske je takva da nije moguće tu preobrazbu brzo ostvariti isključivo se temeljeći na generacijama koje su sada mlađe od 25 godina. Potrebno je ozbiljno suočiti se s obrazovanjem odraslih. Građani Republike Hrvatske golemom većinom žele ulazak u EU. Ljudski kapital predstavlja najvažniji faktor uspješnog uključivanja u EU. To znači da bi Hrvatska u narednih najviše deset godina morala dostići zacrtane ciljeve: 20 tisuća istraživača i 40% visokoobrazovnih. Za one kojima se čini da su te brojke nestvarne napomenimo da je

pred 40 godina Kalifornija donijela zakon kojim se država obvezuje da će najboljoj trećini svih koji završe srednje obrazovanje omogućiti visoko školovanje u državnim univerzitetima, a pored njih Kalifornija ima impozantan broj privatnih sveučilišta, te ima i tzv dvo- i trogodišnje community college. Naravno, univerziteti Kalifornije obrazuju ne samo građane Kalifornije nego i mnoge iz drugih krajeva SAD i izvan SAD.

Zadatak pred kojim se nalazimo je golem. Očito traži inovacije, traži promjenu društvene klime, ali također i stvara novu klimu, a to je ono što nam je nužno potrebno. Do sada je naš sustav visokog obrazovanja bio uglavnom usmjeren produkciji izvrsnih ali malobrojnih stručnjaka. Bilo je to opravdavano i činjenicom da imamo veliki odljev mozgova, jer za visokoobrazovane u nas nema posla. To se temeljilo i na pogrešnoj koncepciji da je obrazovanje potrebno samo za zaposlenje. U suvremenom svijetu obrazovanje je nužno za život pojedinca i za život cijelog društva. Stoga je potrebno da što veći broj građana bude s visokim obrazovanjem. Meni se čini da je složeni zadatak pred kojim se nalazimo najbolje početi rješavati tako da povećamo broj međunarodno priznatih istraživača. Jedan doprinos tom povećanju je kroz pozive dobrim istraživačima da dođu u naše istraživačke centre. Dio njih će biti i naši građani koji su ranije otišli i žive i rade u inozemstvu. Grupa suradnika IRB je još koncem 80-tih godina započela sustavnu akciju kako te istraživače uključiti u naš znanstveno-istraživački program i neki skromni uspjesi su vidljivi. Naravno, IRB je od samog početka bio otvoren svim uspješnim istraživačima i mnogi su i došli a neki i ostali na IRB i danas kod nas uspješno rade. Ma koliko dobri bili univerziteti u Republici Hrvatskoj čini mi se da ovaj golemi zadatak promjene društvene klime obrazovanja traži visoki stupanja fleksibilnosti i inovacije, te da je nužno da znanstveni instituti, po mogućnosti sjedinjeni u sustav kao što je Max Planck, budu bitan faktor ostvarenja programa sveobuhvatnog razvoja

ljudskog potencija Republike Hrvatske.

Naravno, ovaj napis je samo djelomičan prikaz problema i ispunit će svoj cilj ako potakne čitaocima da iznesu svoje primjedbe i svoja viđenja kako ostvariti visoki postotak visoko-kvalitetno obrazovanog stanovništva naše zemlje.



Na naslovnici:

Na putu prema znanjem vođenom društvu Institut ima značajnu misiju u obrazovanju. 170 predavača sa 205 kolegija na raznim Sveučilištima u Hrvatskoj je velik obrazovni intelektualni kapital. Nalazimo se na putu određenja modela učešća Rudera u sveučilišnoj nastavi.

Malo koja znanost ima tako kompleksno genealoško stablo sastavljeno od mnogobrojnih i neovisnih znanstvenih disciplina. Prva iskustva o ekološkim odnosima i zakonitostima u razvoju ljudske vrste bila su sigurno vezana za iskorištavanje prirodnih resursa: lov i uzgoj životinja, praćenje rasta biljaka i dozrijevanje plodova, migracije životinja i plemenske seobe, predviđanje i obrana od najezde skakavaca, glodavaca, zaraznih epidemija i pomora i drugih prirodnih zbivanja, koja danas prepoznajemo kao kompleksne ekološke pojave, ovisne o mnogobrojnim, biotskim i abiotskim čimbenicima našeg okruženja tj. životne sredine.

Iako se nikada nije bavio problemima ekologije, Ernst Haeckel je 1869 uveo u biološku znanstvenu terminologiju pojam i definiciju ekologije (znanost o staništu) i stoga upravo njega citiramo kao osnivača te osebujne znanstvene discipline. Međutim najstarije znanstvene rasprave iz područja moderne ekologije pojavile su se znatno prije Haeckla, jer već u 17. stoljeću kapetan John Graunt je računski došao do spoznaje da se broj stanovnika u Londonu podvostručuje svakih 64 godina. Taj eksponencijalni rast, međutim nije bio u skladu s biblijskom tradicijom, jer od Postanka, uzimajući kao osnovicu Adama i Evu, do 17. stoljeća svjetska je populacija morala dostići fantastičnu brojku od 10^{26} živih duša, što naravno nije bio slučaj. Malthus je to pokušao protumačiti tako da su zapravo glad i neimaština glavni ograničavajući faktori rasta ljudske populacije a njegov suvremenik Benjamin Franklin išao je korak dalje i naglasio da "su životinjske i biljne populacije limitirane nedostatkom hrane i prostora" - što bi danas definirali kao "populaciona dinamika regulirana veličinom prostora i denzitetom naseljenosti". Brzo je u to bio upleten i Darwin sa svojom hipotezom o evoluciji vrsta putem prirodne selekcije, koja se zasniva na inter- i intraspecijskim kompeticijskim odnosima. Ekologija je doživjela svoje zlatno doba tijekom prve polovice 20. stoljeća, kada je talijanski matematičar Volterra, zanimajući se problemima ribarstvene statistike, izradio teoretski model multispecijskih interakcija kao npr. odnosi grabežljivaca i nji-

hovog plijena, kompeticije unutar i između vrsta, kontinuitet prehrambenih lanaca kroz trofične slojeve, što sve utječe na cjelokupnu biomasu i na stabilnost ekosustava. Poznati danski ribarstveni biolog Petersen postavio je temelje biocenologije. Definirao je bentoske zajednice na temelju nekoliko ključnih biljnih i životinjskih vrsta i ukazao da su te postojeće biocenološke jedinice vezane čvrstim međusobnim interakcijskim odnosima. To je ekologija. Od najjednostavnije, ali zato preopćenite i nedovoljno precizne Haeckelove definicije da je *"Ekologija znanost o odnosima živih bića i njihove okoline"*, ekologija je u nekoliko navrata redefinirana. Odum je 1963. predložio da je ekologija znanost koja *"proučava strukture i funkcije u prirodi"* ali je kasnije, 1971. ispravio tu definiciju i ustvrdio je da *"Ekologija proučava biološke sisteme na organizacionoj razini iznad vrste"*. Krebs je 1978. predložio da se ekologija definira kao: *"Znanstveno proučavanje interakcija koje uvjetuju distribuciju i učestalost (abundanciju) vrsta, populacija i životnih zajednica"* a među zadnjima Fenchel (1987) je pokušao još jednom redefinirati ekologiju kao znanost koja *"proučava načela koja upravljaju vremenskim i prostornim modelima koji ujedinjavaju pojedine organizme"*. Moderna se ekologija prvenstveno bavi slijedećim bitnim problemima:

- veličinskim i vremenskim odnosima među živim organizmima,
- prijenosom tvari i energije unutar i između trofičnih slojeva u ekosustavu,
- interakcijama i granicama rasta populacija i životnih zajednica u kompeticiji za resursima,
- pojavom i ekstinkcijom vrsta, populacija i zajednica,
- heterogenošću populacija i biodiverzitetom u odnosu na vrijeme i na prostor,

- strukturom bioloških zajednica,
- tokovima i posljedicama evolucije uslijed specijskih interakcija,
- evolucijom životnih ciklusa i drugim pojavama u ekosustavima.

Pored navedenog, ostao je još jedan odsječak, kojega možemo svrstati u kategoriju utjecaja "civiliziranog" ljudskog društva na poremećaje izvornih ekoloških odnosa u našem okruženju. Radi se zapravo o problemima tzv. *"Primijenjene ekologije"*, o kojima smo tijekom zadnjih četiri/pet desetljeća počeli široko raspra-



Ribolov u čistom moru

vljati, tumačiti, naglašavati, promovirati, komercijalizirati i nemilosrdno zlorabiti. Od ekologije, prekrasne i "par excellence" biološke znanosti, napravili smo univerzalno ofucanu lakrdiju.

Geneza. U drugoj polovici, sada već prošlog stoljeća, zapravo nakon drugog svjetskog rata, prvenstveno u razvijenim zemljama nastavljena je vrlo intenzivna proizvodnja i primjena novih materijala, metoda i tehnologija i potrošnja sve većih količina energije u vojno-obrambene i u mirnodopske svrhe. Na našoj planeti izgrađeni su golemi tehnološki sustavi, postrojenja i naprave za proizvodnju raznih materijala i energije i tako su ekspanzionalnom brzinom stvorene ogromne količine štetnih, do tada u prirodi gotovo nepoznatih tvari (nuklearna postrojenja i oružja, radioaktivni fall-out, bojni otrovi, perzistentni pesticidi, toksične, kancerogene i teratogene tvari a najviše kruti

urbani i industrijski otpad, otpadne vode i drugo). Započelo je moderno, razvojno tehnološko razdoblje karakterizirano gomilanjem i emisijom neizmernih količina različitog štetnog otpada. Brzo smo shvatili da smo pored dobivenih blagodati počeli ugrožavati temeljne i univerzalne elemente životne sredine: **vodu, tlo i zrak**, elementi koji ne poznaju ni političke ni administrativne granice ni barijere. Stoga, zabrinuti zbog otkrivenih onečišćenja i osvjedočeni nastankom dugotrajnih i često ireverzibilnih oštećenja životne sredine, ali najviše zbog zloslutnih posljedica na ljudsko zdravlje, prije četrdesetak godina počeli smo razmišljati o problemima racionalizacije i kontrole proizvodnje zagađujućih otpadnih tvari i o razvoju metoda za njihovo neškodljivo uklanjanje i zbrinjavanje. Tada, oslanjajući se na temeljna načela koja definiraju odnose živih bića i njihove žive i nežive okoline te njihovu ulogu u kruženju materije i energije, u znanstvenim, u tehnološkim, u stručnim krugovima i u široj javnosti, gotovo na senzacionalan način otkrivena je, do

tada vrlo slabo ili gotovo nepoznata, "nova i mlada" znanstvena disciplina. Nanovo je otkrivena Amerika odnosno ekologija. Počelo se na široko i bez odmjerenih kriterija raspravljati o ekološkim zakonitostima i problemima zagađenja životne okoline, predstavljajući ekologiju kao univerzalnu panaceju za rješavanje svih nedaća modernog življenja. Brzo su mnogi stručnjaci raznih edukacija i zanata našli svoj interes u takvoj ekologiji. Do tada je ekologija bila poznata samo biologima (usuđio bih se reći čak ne svima) a u svijetu znanstvenih istraživanja i projekata, ekologija je bila tretirana kao Pepeljuga, uvijek zadnja rupa na svirali, zanimljiva pričica o odnosima između biljaka, životinja i njihove okoline, od koje se nema što očekivati u korist ljudskog roda. Nakon tog senzacionalnog otkrića, bez velikih rasprava i objektivnih provjera, toj znanstvenoj disciplini prišiveno je još nekoliko definicija kao npr.: "**Ekologija je znanost za zaštitu ži-**

Tisak o ekološkoj problematici



vozne sredine, vode, zraka i drugih prirodnih resursa od zagađenja i za skladan život čovjeka i prirodne sredine” ili je *“Briga za zaštitu zraka, voda i drugih prirodnih resursa od zagađenja i njenih učinaka”* (vidi Webster, Enc. Zanichelli, Enc. Riječnik i Riječnik Stranih riječi, Liber). Kao novi (revolucionarni) elementi, u toj definiciji unijeti su pojmovi: *zagađenje, zaštita i skladan život čovjeka i prirodne sredine*. Tri izrazito antropogene i antropocentrične kategorije, u prirodi gotovo nepoznate. To nam potvrđuju mnogobrojne i svakodnevne tiskane, radio i televizijske vijesti, informacije, rasprave, okrugli stolovi, reklame, politički zaključci i društvene preporuke o ekološkim zbivanjima i nedaćama u nas i u svijetu. Teme se gotovo isključivo odnose na proizvodnju i otklanjanje smeća svih vrsta i porijekla, dok su pravi ekološki problemi zapostavljeni, ignorirani i/ili namjerno prešućivani. (Npr. vezano za projekt DružbAdrije, šira javnost se suprosta- vlja tom zahvatu ne toliko radi zaštite uravnoteženog života morskih organizama u našem obalnom moru radi, već radi očuvanja kakvoće morske vode radi razvoja elitnog turizma, koji na drugi ali isto tako učinkoviti način ugrožava priobalni ekosustav). Kako je u svijetu trend proizvodnje smeća i drugih otpada u stalnom porastu tako je i broj samozvanih ekologa sve veći. Takvom se “primijenjenom ekologijom” naravno najmanje zanimaju biolozi, koji bi po svom osnovnom obrazovanju mogli biti jedini kvalificirani ekolozi. Međutim još i danas je ustaljeno mišljenje da se nadobudni biolozi/ekolozi, na temelju stečenog obrazovanja mogu baviti proučavanjem raspjevanih ptičica, živahnih ribica, nestašnih majmuna ili protrčati kroz rascvjetale livade i mrežicom loviti šarene leptire, spuštati se u modre podvodne špilje ili proučavati žuboreće planinske potoke. Tu naravno nema riječi o smeću i zagađenju, situacija je idilična, bistra i čista i bez “pravih i stvarnih ekoloških” problema. Za širu javnost i za “ozbiljnu znanost” sve to ne spada u pravu ekologiju.

Temeljna zanimanja i stupnjevi obrazovanja samozvanih i novopečenih ekologa su vrlo osebujna: od najnižih “ekoloških operatera” odnosno čistača ulica, do najviših “ekoloških inženjera”, koji npr. upravljaju sistemima za pročišćavanje otpadnih voda ili deponijima. “Ekološki animatori” prije nastupa turističke sezone organiziraju školsku djecu (a gdje je etika?), građanstvo, sportske udruge i druge ljude dobre volje da počiste plaže, parkove i ulice od lanjskog smeća. Sve se to naziva “ekološkim akcijama”. Npr. parola za 2002 turističku sezonu u Rovinju je glasila: ***“Ekologija na kvadrat jednako je turizam na kvadrat”*** (pretpostavljam da su ove godine parolu dignuli na treću potenciju). Svugdje i u sve većem broju prisutni su ekospesijalisti svih mogućih profila i zanata, koji raspravljaju o “ekološkim aspektima života”, o “ekološkoj ishrani”, o “načelima ekološke/biološke poljoprivrede”. Dozvolite mi stoga nekoliko protupitanja. Što bi trebao biti i da li uopće postoji neekološki život? Što je neekološka hrana? Što je neekološka ili nebiološka poljoprivreda? Život može biti dug ili kratak, može biti ugodan ili naporan, bogat ili siromašan, zdrav ili bolan ali je u svakom slučaju, od rođenja do smrti nekakav Božji ili Vražji život a i sama smrt u ekološkim odnosima ne znači prestanak života. Hrana može biti ukusna ili bljutava, masna ili posna, čista ili prljava, zdrava ili zatrovana, svježija ili pokvarena, slatka ili gorka itd., ali je uvijek hrana, koju možemo pojesti ili ako ne valja bolje odbaciti (neekološka hrana po mom shvaćanju mogli bi biti npr. stari, iskrivljeni i hrđavi čavli, ali ti ne spadaju u kategoriju prehrambenih artikala). Isto tako i poljoprivreda može biti zasnovana na tradicionalnim načelima uravnoteženih prirodnih odnosa, kao u dobra stara vremena, ili je utemeljena

na korištenju modernih agrotehničkih mjera s primjenom strojeva, mineralnih gnojiva, pesticida i drugih pomagala, ali se uvijek zasniva na ekološkim odnosima između biljke, tla, vode i atmosfere te pratećih životinjskih i biljnih vrsta od kojih su neki korisni i poželjni a drugi štetni, naročito ako su prekobrojni. Nedavno sam čuo da su neke pojave zagađenja i gospodarenja okolišem “antiekološke” i da će zato “ekologija biti uništena”. Takvi “ekolozi” trebali bi znati da npr. jedno kristalno čisto i bistro jezerce s ribicama, punoglavcima, račićima i bogatom vodenom florom a s druge strane jedna smrdljiva bara s fekalnim ili drugim otpadnim tvarima imaju vrlo aktivne biološko/biokemijske procese i uravnotežene ekološke odnose. U smrdljivoj, vjerojatno zagađenoj bari zasigurno ne vladaju “antiekološke” zakonitosti niti je ekologija “uništena”, već sve to svidalo se nama ili ne i dalje funkcionira kao švicarska ura. Niču ustanove i tvrtke koje se bave ekoinženjeringom (npr. EKONERG, EKOTEH, EKOUSLUGE, EKONET, EKOPROJEKT i slično) i nude razna rješenja kao npr. organizaciju, sakupljanje i zbrinjavanje urbanog krutog otpada, odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda i slični projekti. Takve su tvrtke ovlaštene za izradu tzv. SUO odnosno ekostudija, koje se izrađuju s ciljem da se dade ekološko opravdanje za, već odavno odabranu lokaciju i tehnologiju za neke, ne baš čiste zahvate koji se ne rijetko smještaju na vrlo osjetljivim i/ili u još netaknutim dijelovima prirode (npr. Projekt 100 jadranskih lučica). To se uglavnom radi da bi resornom ministru bila ekološki čista savjest. Raspravlja se o ekološkim potencijalima i kapacitetima u turizmu, promiče se ekološka svijest, organiziraju se ekoforumi. Tiskaju se ekološki glasnici na “ekološkom” papiru (zar nije dovoljno reći na recikliranom papiru?). To su glasila zelenih udruga, s ciljem “promicanja ekološke svijesti i stvaranja ekološke javnosti”, s obaveznom rubrikom “ekovijesti” u kojima se naravno obavještava tko je kada i kako počistio svoje dvorište. U njima se raspravlja o sustavima gospodarenja otpadom, o obnovljivim izvorima energije i energetske učinkovitosti s promidbom projekata ekoturizma (“mekani tip turizma”!?) i najavom igrokaza “Svjetokružna ekokaka” te neizbježni sezonski eko-programi čišćenja plaža, podmorja, šumica i drugih dijelova okoliša od lanjskog smeća. Nerijetko su im urednici npr. dipl. politolozi. Osnivaju se ekoudruge, raspravlja se o rasnoj ekologiji, dodjeljuju se ekoskari a, zašto ne, raspravlja se čak i o ekološki prihvatljivom naoružanju. Nude se mnogobrojni spasonosni ekološki proizvodi i pronalasci (ekološki deterdenti, goriva i maziva, ekološki automobili i razni strojevi, ekološka ambalaža, papir, šibice,ekološka krzna i odjeća). Na benzinskim postajama npr. nalazimo jedan prijenosni uređaj na kojem piše: “Eko Komplet ISO 9001” a otkrio sam da se u njemu nalaze otapala i deterdenti za “ekološki neškodljivo” otklanjanje izlivenog goriva ili ulja. Jesu mogli izmisliti bolji naziv?! Zapošljavaju se ekološki operateri (čistači), naoružani ekološkim uređajima (mehaničkim metlama) za čišćenje ulica. Nabavljaju se vrlo skupocjeni a u biti, u više navrata dokazano, nedjelotvorni “ekološki” brodovi (EKO-1, EKO-2, 3, itd.). To su zapravo ploveće kante za smeće, tekućih ili krutih otpada na moru a najveći od njih dobio je prekrasno i vrlo impresivno ime EKOMAR. Zatim se u novinarstvu, velikim naslovima i širokim komentarima opisuju ekološke katastrofe, ekocidi, ekološke afere, ekološke bombe (BUM!!). Među njima značajno prednjače neki TV komentatori (npr. Branka Šeparović) koji svojim utemeljenim neznanjem iz područja prirodnih znanosti, šire neistinite, neprovjerene, napuhane i beskrajno alarmantne vijesti o katastrofalnom ekološkom stanju u okolišu. Zar ne?!

Na Hrvatskom Radiju, u rubrici za djecu emitiraju se “ekološke bajke” u kojima zločesti “Ekokaka zagađivači” bacaju smeće a dobri klinici - “ekolozi” - čiste. “Ekoljupci” su svakako najglasniji. Sve više govori se i o pojavi sveprisutne ekomafije: to su oni koji pale šume i švercaju smeće i drugi otpad. *Dulcis in fundo*, ima naravno i prijedloga da osim ekološke savjesti treba razvijati i “ekološku biologiju”. *O tempora o mores*.

Naravno bio je to samo kratki prikaz tzv. “moderne” ekologije. Bila je samo mala zbirka ekogruposti i pojmova koji se koriste u svakodnevnom govoru, u tisku, na radiju i na televiziji i da sve to nije istina bilo bi možda i duhovito. Međutim ipak zabrinjava činjenica da su se upravo takav pristup i takva terminologija duboko uvriježili ne samo u svakodnevnom govoru već se nezaustavno o tome raspravlja i objavljuje na stručnim konferencijama, na znanstvenim skupovima i u knjigama. Na kraju, proizlazi zaključak da je tako koncipirana moderna ekologija postala jedna prostrana **kanta za smeće** u koju možemo utrpiti sve prljavštine što je čovjek uspio izmisliti, proizvesti i izbaciti u okoliš. Svi naravno očekuju da će baš takva ekologija i upravo ti ekolozi uspješno rješavati ugrožene ekološke odnose u svijetu, jer kako su već lapidarno najavili: “Ako ovaj svijet propadne kriva će biti ekologija”. Stoga mnogo obećava (mene zabrinjava) što se takvom ekologijom zanimaju gospodarstvenici, političari, pravnici i ali i mnogi “znanstvenici”, a među njima i ne mali broj biologa. Bave se razvojem i primjenom ekološkog marketinga, ekoturizmom i općenito ecobusiness-om i političkom ekologijom, a sve to na temelju ekološke etike, ekoloških standarda i ekoloških normativa. A što sve to znači niti dragi Bog ne zna. Mislim da za istinsku, izvornu ekološku znanost najveća opasnost dolazi baš pojavom političke i menedžerske ekologije, jer gdje se pojavi novac naći će se i dovoljan broj “stručnjaka” koji će se bez griznje savjesti prihvatiti ponuđenog posla.

Ako su nekoga zasmetale iznesene činjenice, zadovoljan sam što sam uspio pobuditi nečiju pozornost. Zapravo uvjeren sam da smo za takvo stanje krivi mi biolozi i na neki način primam i ja svoj dio krivice. Našim znanjem i radom nismo se znali nametnuti, već smo pasivno prihvatili tumačenja i rješenja, koja su bila ponuđena od strane svekolikih stručnjaka ali najmanje od kvalificiranih ekologa/biologa. Iako s velikim zaostatkom još smo na vrijeme da mi biolozi obranimo dignitet svoje struke. Ekologija i zaštita okoliša nisu istoiznačnice. Bitna razlika između tih pojmova može se nekima, radi lakšeg razumijevanja usporediti npr. s medicinom i zdravstvom. Medicina je primjena znanstvenih i tehničkih metoda radi prevencije i liječenja bolesti, međutim zdravstvo je društvena kategorija koja se brine o organizaciji svih djelatnosti koje su potrebne da bi medicina mogla funkcionirati: od zdravstvenog osiguranja do zakonske regulative za organizaciju ambulantnih i bolničkih ustanova, nabavke opreme i materijala, priprema hrane, transport pacijenata i drugo. Medicinom mogu se baviti samo liječnici uz pomoć visoko obrazovanih medicinskih tehničara,



međutim zdravstvom, osim liječnika bave se i sve moguće druge struke: ekonomisti, pravnici, razni inženjeri i na koncu i političari. Šef nekog zavoda za zdravstveno osiguranje ne može se hvaliti da se bavi medicinom a niti za peračicu u nekom bolničkom odjelu ne možemo tvrditi da je medicinski radnik. Isto i sa ekologijom: to je multidisciplinarna znanost kojom se bave prvenstveno specijalizirani biolozi ili drugi adekvatno kvalificirani kadrovi iz pratećih struka. Stoga se čistači u komunalnom poduzeću ne mogu se nazivati “ekološkim operaterima”, niti se šef odlagališta otpada može proglasiti “inženjerom ekologije” i dosljedno tome niti se akcije čišćenja i uređenja plaža, priobalja, šuma, divljih deponija i slično ne mogu svrstati u “ekološke akcije”. Govoriti o “ekološkoj poljoprivredi” ili o “biološkoj ishrani” značilo bi isto kao raspravljati o “zdravstvenoj medicini”. Besmislice.

Stoga moramo svakodnevno i energično reagirati prvenstveno putem škola, fakulteta, strukovnih i građanskih udruženja i sredstvima javnog priopćavanja da objasnimo:

- što je i što nije ekologija,
- što je zaštita životne sredine i što je zaštita prirode,
- što je gradska čistoća, što je osobna higijena i tko se s time bavi
- objasniti da ekologija nije sinonim za čistoću i zdrav život
- da se ekologija ne može narušavati i/ili upropaštavati (funkcionira u svim uvjetima)
- i mnoge druge zanimljive činjenice vezane za našu struku
- ako nismo u stanju sve to učiniti onda ću i ja predložiti “neka sve to ide u ekologiju”.

Na kraju dozvolite da završim slijedećim već prilično starim ali uvijek aktualnim citatom:

Barry Commoner, *Nature, Man & Technology*, 1971 The four principles of ecology. Closing remarks

*Everything is connected to everything else
Everything must go somewhere
Nature knows the best
There is not such a thing as a free lunch*

PREUREĐENJE ŠTALE (VIVARIJA) POKUSNIH ŽIVOTINJA



Na slici je dio opreme u praonici, gospodin Stanislav Herman daje naputke o radu pojedinih strojeva. Od lijeva na desno: Dr. Marko Radačić (voditelj PLŽ-a) Višnja Novalić (tehničarka - timariteljica), Stanislav Herman (tvrtka Ehret iz Njemačke) i Goran Goleš (tehničar - timaritelj).

uzgoja i održavanja laboratorijskih životinja, u narednom razdoblju (nadamo se još ove godine) preurediti će se jugoistočni dio druge barake i u njega će se smjestiti uzgojne životinje, ali potpuno odvojene od pokusnih životinja.

Narednim preuređenjem dijela barake dva, vivarij bi bio potpuno preuređen i smješten na jednom prostoru. Uzgojni i pokusni dio vivarija povezivao bi samo zajednički praonički dio. Tako preuređena štala relativno bi zadovoljila zahtjeve i standarde date u uputama **Europskih smjernica, 1986.** o držanju laboratorijskih životinja, kao i hrvatski **Zakon o dobrobiti životinja, 1999.**

O građevinskom dijelu već je pisano u ovom listu, pa ćemo sada dati kratki prikaz. Građevinske radove je izvodila tvrtka **Kobak d.o.o.** iz Slatine. Građevinsko preuređenje sastojalo se od kompletne izmjene svih vodova: struje, vode, kanalizacije, centralnog grijanja, ventilacijskog sustava te novih prozora i vrata. Zidovi su popločani do visine od 2 m, a pod je od epoksi smole. Instalirani su novi bojleri za grijanje, pripremu tople vode i za zagrijavanje ventilacijskog sustava. Postavljen je su-

stav koji regulira svjetlost (dan : noć = 12 : 12 sati) u svim prostorima gdje borave životinje. Nažalost, još nedostaje rashladni sustav, koji bi po ljeti hladio zrak koji se upuhuje u nastambu, tako da je po ljeti temperatura u prostorima veća od dozvoljene (24 °C).

Ulaz u baraku je kompletno preuređen i u tom dijelu su nadograđene dvije prostorije: jedna za smještaj hrane i stelje s ulazom izvana, a druga prostorija je predviđena za voditelja štale.

Središnje zajedničko mjesto između pokusnog (sadašnjeg dijela) i uzgojnog dijela štale (koji će uskoro biti gotov) čini praonica štalskog suđa (kaveza, bočica itd).

U tom dijelu se odlaže smeće (prljava stelja), a prljavi kavezi potapaju u korito radi odstranjenja krupnog smeća i potom peru u stroju. Ciklus pranja traje 4 minute na temperaturi 85°C, što ujedno čini i laganu sterilizaciju. Također tu se nalazi i stroj za pranje bočica kao i drugi stroj koji puni bočice vodom. Moglo bi se reći da je pranje potpuno automatizirano.

Kompletna oprema: kavezi, stalaže, bočice, stroj za pranje kaveza, stroj za pranje bočica, stroj za punjenje bočica vodom, visokotlačni perlač pod i zidova, formalinski sterilizator cijele sobe i opreme kao i druga prateća oprema, kupljeni su od njemačke tvrtke **Ehret.**

Dana 5. svibnja stigla je sva kupljena oprema i u potpunosti stavljena u funkciju 13. lipnja ove godine. Strojeve je pustio u pogon službenik Ehreta i serviser iz Ljubljane

Osim navedene opreme kupljen je i Bio-A.S. sustav- aparat koji omogućuje držanje životinja u sterilnim uvjetima, tako da će se moći izvoditi pokusi i na golim (**Nu-Nu**) miševima. Naime, goli miševi nemaju imunostni sustav pa na njima može rasti humani tumor i oni najčešće služe kao model za *ksenograft* pokuse.

Sve građevinske radove kao i kupnju oprema financiralo je Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske.



Višnja, Marko i Goran se dogovaraju o prvom samostalnom pranju kaveza u stroju.



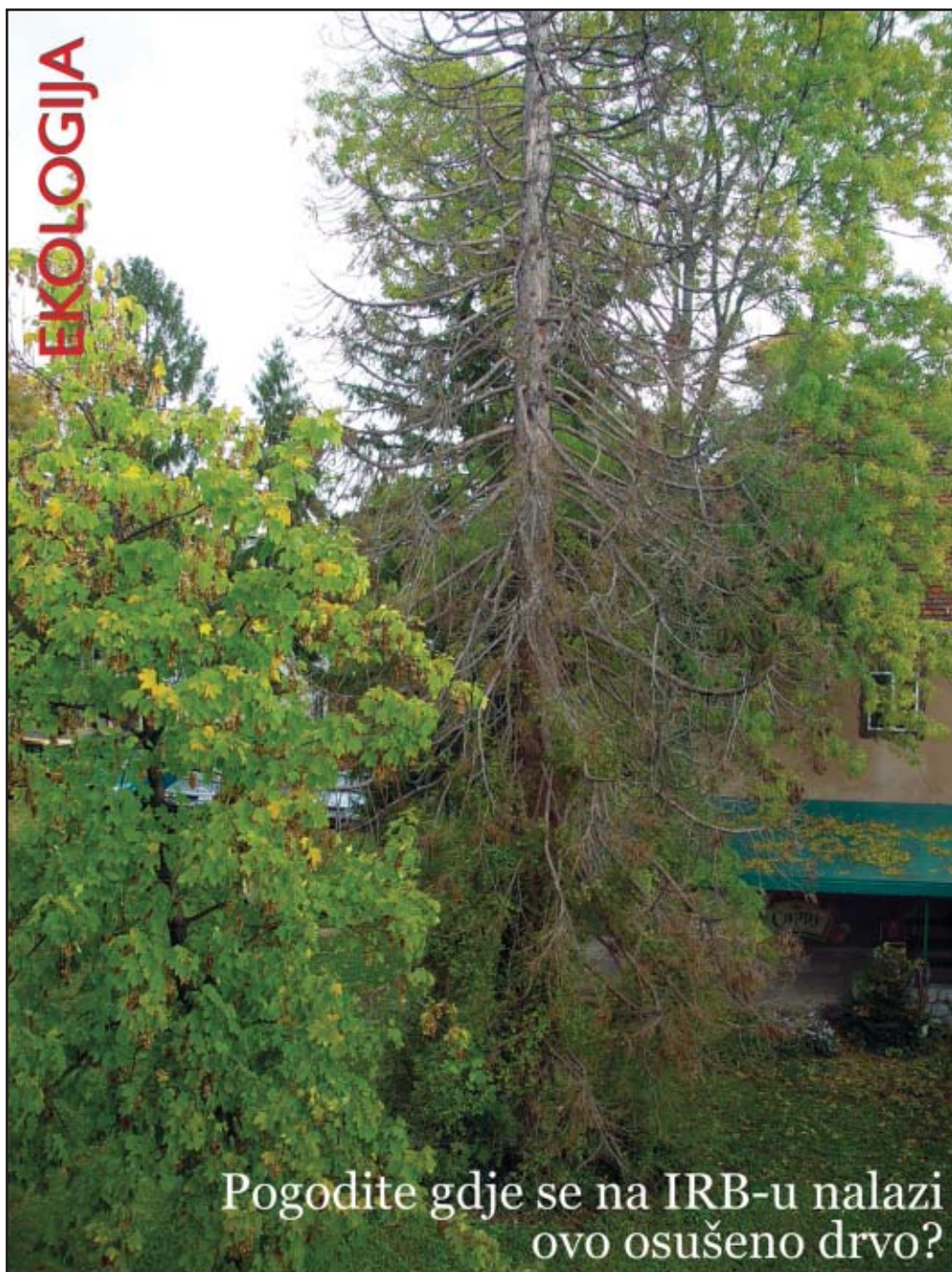
Na slici je prikazana unutrašnjost stroja za pranje kaveza i bočica: Gospodin Herman objašnjava rad stroja.

Na slici su od
lijeva na
desno:
gospodin Toni
Poje (serviser,
Medicotehnica,
Slovenija), S.
Herman i M.
Radačić, koji
proučavaju
kako radi fo-
rmalinski ste-
rilizator.



Na ovoj slici je
prikazan Biolo-
gical Air System
BIO.A.S.
Uniprotect. U
kabinet se
održava cirkula-
cija zraka i
vlažnost, te
omogućuje
držanje miševa u
potpuno steri-
lnim uvjetima.

NAŠ JE INSTITUT
SMJEŠTEN U PREDI-
VNOM KUTKU
PRIRODE, U ZELE-
NILU KOJEG PO-
SJEĆUJU I BROJNE
PTICE. TU SU,
NEKOĆ DAVNO,
TRČKARALI DIVLJI
ZEČEVI, A IMALI
SMO I SRNDAĆE.
TREBAMO VODITI
VIŠE RAČUNA O
ODRŽAVANJU NAŠEG
PARKA, UKLANJA-
NJEM OSUŠENIH
STABALA, TE
ČIŠĆENJEM ŠIKARE.
MOŽDA JE UPRAVO
SADA PRAVO VRI-
JEME ZA OVAJ PRVI
KORAK. TKO ĆE GA
NAPRAVITI!?



Štoviše, neke gene/proteine koje posjeduju i spužve i čovjek niti ne nalazimo kod *C. elegans*, jer je u ovoj grani beskralješnjaka došlo do ubrzane evolucije i odbacivanja dijela genoma. Ovi nalazi ukazuju da su molekularno genetička istraživanja spužava presudne za točna procjenjivanja starosti gena i kompleksnosti genoma ancestralnog organizma, zajedničkog za sve mnogostanične životinje.

Jedno od najintragantnijih pitanja u molekularnoj evoluciji jest "starost" eukariotskih introna. To pitanje ni danas, 25 godina po otkriću introna, nema jednoznačan odgovor. Rane teorije su predlagale "prastaro" porijeklo introna (nobelovac W. Gilbert), što je u početku bilo široko prihvaćeno, ali se pokazalo neprihvatljivim za mnoge konkretne, analizirane slučajeve. V. Gamulin i suradnici su eksperimentalno dokazali da su introni u tirozin-kinaznoj domeni receptorskih PTK sisavaca/čovjeka novijeg porijekla, jer ih ne nalazimo u homologu iz spužve. Nasuprot tome, introni u genima za p38 i JNK kinaze su djelomično sačuvani već od gljiva, preko spužava do čovjeka. Za gene p38 i JNK je nedvojbeno utvrđeno da su nastali duplikacijom ancestralnog gena (što se prije samo nagađalo), kao i da se ova duplikacija desila poslije odvajanja gljiva od linije koja vodi u Metazoa. Uočena je visoka sačuvanost položaja (ali ne i nukleotidne sekvence) introna u genima za p38 i JNK kinaze između spužve i čovjeka: većina introna prekida kodirajuće regije gena na identičnim pozicijama (i u istoj fazi), tako da je arhitektura ovih gena visoko sačuvana kod tako dalekih srodnika. To nije slučaj kod beskralješnjaka *C. elegans* i *D. melanogaster*, kod kojih su mnogi "prastari" introni eliminirani iz gena p38 i JNK, a pojavljuju se "novi". Dodatna istraživanja su pokazala da je ovaj nalaz mnogo općenitiji, te da je većina introna, ukoliko postoji u genima spužava, sačuvana na istoj poziciji i u istoj fazi kod ortolognih gena čovjeka. Obrnuto pravilo ne vrijedi: neki geni kod spužava nemaju introne, iako ih njihovi ljudski homolozi imaju. Velika je razlika u količini intronske DNA: geni sisavaca u pravilu imaju daleko veće introne. Svi ovi nalazi ukazuju da je starost introna relativan pojam: neke introne možemo pratiti duboko u biološku povijest života, neki su stari barem koliko i spužve, dok su neki skorijeg porijekla. O porijeklu i razlogu postojanja introna još će se dugo raspravljati.

Ubikvitin (76 ak) je evolucijski najsačuvaniji protein kod eukariota, a kodiran je poligenima - direktno višekратно ponovljenim monomernim genima. Poliubikvitinski geni spužava su korišteni za evolucijska istraživanja i na njima su

proučavani: a) procesi duplikacije gena kao vremenski definiran događaj; b) usklađena evolucija gena; c) specifičnost upotrebe kodona kod udaljenih bioloških taksona. Koristeći različitosti u korištenju istoznačnih kodona kao jedini parametar, konstruirana su filogenetska stabla za vrlo udaljene biološke vrste, koja su sasvim vjerno reproducirala otprije poznate srodstvene odnose.

U deset odabranih radova uključeni su (djelomični) rezultati nekoliko magistarskih radnji (P. Pujić, S. Durajlija, A. Mikoč, H. Četković, L. Lukić, I. Ahel,) i dva doktorata (M. Plohl, A. Mikoč), koji su svi izrađeni pod vodstvom V. Gamulin.

1. **Gamulin V**, Skorokhod A, Kavsan V, Müller IM, Müller WEG (1997) Experimental indication in favor of the introns-late theory: The receptor tyrosine kinase gene from the sponge *Geodia cydonium*. J Mol Evol 44:242-252.
2. Mikoč A, Vujaklija D, **Gamulin V** (1997) The *recA* gene from *Streptomyces rimosus* R6: Sequence and expression in *Escherichia coli*. Res Microbiol 148: 397-403.
3. Četković H, Müller IM, Müller WEG, **Gamulin V** (1998) Characterization and phylogenetic analysis of a cDNA encoding the Fes/FER related, non-receptor protein-tyrosine kinase in the marine sponge *Sycon raphanus*. Gene 216: 77-84.
4. **Gamulin V**, Lukić L (1998) Structure and evolution of genes encoding polyubiquitin in marine sponges. In: Progress in Molecular and Subcellular Biology, Vol 19: Molecular Evolution: Toward the Origin of Metazoa (WEG Müller Ed.) Springer-Verlag, Heidelberg, str. 141-181.
5. Wiens M, Lukić L, Müller WEG, **Gamulin V** (1999) Phylogenetic analysis of ubiquitin (polyubiquitin and ubiquitin extension protein) in marine sponges. Biol J Linnean Soc 67:43-56.
6. Mikoč A, Ahel I, **Gamulin V** (2000) Construction and characterization of *Streptomyces rimosus* *recA* mutant: RecA-deficient strain remains viable. Mol Gen Genet 264:227-232.
7. **Gamulin V**, Müller I, Müller WEG (2000) Sponge proteins are more similar to those of *Homo sapiens* than to *Caenorhabditis elegans*. Biol J Linnean Soc 71(4):821-828.
8. Pujić P, Durajlija-Žinić S, Pandža S, Mikoč A, Plohl M, **Gamulin V** (2001) Ribosomal RNA operons in *Streptomyces rimosus*: sequence of the *rrnF* and comparative analysis of *rrn* promoter regions. Food Technol Biotechnol 39 (2): 77-81.
9. Ahel I, Vujaklija D, Mikoč A, **Gamulin V** (2002) Transcriptional analysis of the *recA* gene in *Streptomyces rimosus*: identification of the new type of promoter. FEMS Microbiol Lett 209 (1): 129-133.
10. Müller WEG, Boehm M, Grebenjuk VA, Skorokhod A, Müller IM, **Gamulin V** (2002) Conservation of the positions of metazoan introns from sponges to humans. Gene 295 (2): 299-309.

JEDNO OD NAJINTRIGANTNIJIH PITANJA U MOLEKULARNOJ EVOLUCIJI JEST "STAROST" EUKARIOTSKIH INTRONA. TO PITANJE NI DANAS, 25 GODINA PO OTKRIĆU INTRONA, NEMA JEDNOZNAČAN ODGOVOR. RANE TEORIJE SU PREDLAGALE "PRASTARO" PORIJEKLO INTRONA (NOBELOVAC W. GILBERT), ŠTO JE U POČETKU BILO ŠIROKO PRIHVAĆENO, ALI SE POKAZALO NEPRIHVATLJIVIM ZA MNOGE KONKRETNE, ANALIZIRANE SLUČAJEVE. V. GAMULIN I SURADNICI SU EKSPERIMENTALNO DOKAZALI DA SU INTRONI U TIROZIN-KINAZNOJ DOMENI RECEPTORSKIH PTK SISAVACA/ČOVJEKA NOVIJEG PORIJEKLA, JER IH NE NALAZIMO U HOMOLOGU IZ SPUŽVE.

DR. SC. VERA GAMULIN

- DOBITNICA NAGRADE ZA ZNANSTVENI RAD ZA 2002. GODINU

Među dobitnicima nagrade za znanstveni rad za 2002. godinu je i Dr. Vera Gamulin, znanstvena savjetnica IRB-a i voditeljica Laboratorija za molekularnu genetiku u Zavodu za molekularnu biologiju. Na našem institutu radi neprekidno od 1972. godine, kada je i završila studij biologije na PMF-u u Zagrebu, na kojem je pak 2002. godine izabrana u naslovnu redovitu profesoricu biologije. Vera Gamulin se od samog početka na Ruđeru školovala za molekularnog biologa, kako bi se u zrelih danih prvenstveno posvetila istraživanjima u području molekularne genetike/evolucije. Proučava strukturu gena, regulaciju aktivnosti gena, te organizaciju, evoluciju i filogenetske srodnosti gena i genoma. Prva je u Hrvatskoj, daleke 1982. godine, uvela metodologiju rekombinantne DNA u svakodnevni laboratorijski rad. Do sada je objavila više od sedamdeset znanstvenih i ostalih radova u časopisima i knjigama, većinom u uglednim međunarodnim časopisima. Njeni su radovi do kraja 2002. godine citirani preko 800 puta. Nagradu je dobila u području prirodnih znanosti za značajno znanstveno dostignuće u molekularno-genetičkim istraživanjima staničnog genoma i to za 10 odabranih radova objavljenih u razdoblju 1997-2002 (vidi prilog).

U odabranim radovima V. Gamulin i suradnika izneseni su rezultati istraživanja gena i genoma bakterije *Streptomyces rimosus* (radovi 2,6,8 i 9) i jadranskih spužava (radovi 1,3,4,5,7 i 10), što je predmet istraživanja i u mnogim drugim radovima. Streptomiceti su najznačajniji industrijski proizvođači antibiotika, dok su spužve (Porifera) najprimitivnije mnogostanične životinje i stoga posebno pogodne za evolucijska istraživanja. Molekularno genetička/evolucijska istraživanja jadranskih spužava provode se u okviru bilateralne suradnje V. Gamulin s prof. dr. Wernerom EG Müllerom sa Sveučilišta u Mainzu, Njemačka. Za zajednička molekularno genetička istraživanja jadranskih spužava su V. Gamulin i WEG Müller dobili 1996. godine nagradu HAZU.

Kod bakterije *S. rimosus* (proizvođač oksitetraciklina) su proučavani geni/proteini koji su evolucijski dobro sačuvani kod svih bakterija i presudni su za njihovo normalno biološko funkcioniranje: gen *recA*/protein RecA, kao i operon *rrnF* koji nosi gene za 16S, 23S i 5S rRNA. Određene su primarne strukture gena *recA* i operona *rrnF*, te definirane promotorske regije: *in silico* za operon *rrnF* i *in vivo* za gen *recA*. Eksperimentalno utvrđeni glavni promotor gena *recA* kod *S. rimosus* predstavlja potpuno novi tip promotora, do sada neuočen i neopisan kod streptomiceta. Detaljnom kompjuterskom pretragom poznatog genoma bakterije *S. coelicolor* utvrđeno je prisustvo istog tipa promotora u regulacijskim regijama mnogih gena.

Genom streptomiceta je izrazito nestabilan; velike delecije, ali i amplifikacije dijelova linearnog kromosoma su česte pojave kod streptomiceta i predstavljaju značajan problem u industrijskoj primjeni. U ove je neželjene procese uključen protein



RecA, glavni protein odgovoran za homolognu rekombinaciju kod bakterija, pa se već dugo pokušava konstruirati *recA* mutant kod streptomiceta. V. Gamulin i suradnici su konstruirali prvi vijabilni, RecA deficijentni soj bakterije *S. rimosus*, budući da su svi prethodni pokušaji dobivanja *recA* mutanta bili neuspješni.

Kod spužava, najstarijih i najjednostavnijih živućih mnogostaničnih životinja (Metazoa), nalazimo i evolucijski najprimitivnije oblike gena/proteina, koji imaju svoje

ortologe/homologe kod svih životinja, uključujući i sisavce, odnosno čovjeka. Mnogi geni/proteini su specifični samo za Metazoa, razvili su se paralelno s pojavom mnogostaničja i ne nalazimo ih kod jednostaničnih eukariota, bakterija i arheja, ali često ni kod gljiva i biljaka. Tu prvenstveno spadaju geni/proteini uključeni u međustaničnu signalizaciju i finu regulaciju rasta i razvoja kompleksnog organizma, a tipičan primjer su protein tirozinkinaze (PTK), porodica "sofisticiranih" enzima uključenih u mnogobrojne, umrežene putove prijenosa signala, koji su od presudne važnosti za usklađeni rast i razvoj mnogostaničnih životinja. PTK su stoga jaki protoonkoproteini kod sisavaca, jer poremetnje u njihovom funkcioniranju često završavaju nekontroliranim rastom stanica i malignom transformacijom. Analizom ovih proteina kod spužava došli su V. Gamulin i suradnici do zanimljivih otkrića. Već kod spužava nalazimo mnogobrojne, evolucijski dobro sačuvane PTK, koje pokazuju začuđujuću srodnost u primarnoj strukturi s ljudskim homologima. Još je nejasna biološka uloga kompleksnih PTK kod primitivnih spužava, ali je očito da su ovi "sofisticirani" proteini, višedomenske strukture, razvijeni rano u evoluciji, pred najmanje 600 miliona godina, kada su se (najkasnije) spužve odijelile od ostalih Metazoa.

Nadalje, komparativnom analizom je uočeno da geni/proteini kod spužava pokazuju statistički veću sačuvanost primarne strukture s ortolozima/homolozima kod čovjeka, nego što to pokazuju geni/proteini iz (poznatih genoma) oblika *Caenorhabditis elegans* ili vinske mušice *Drosophila melanogaster*.